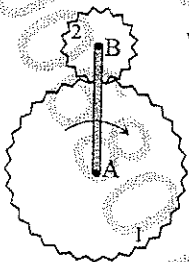
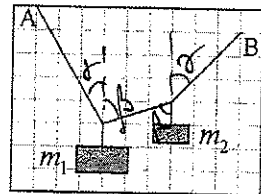


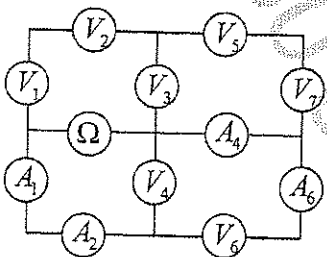
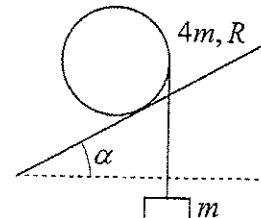
**1**318413  
Регистрационный номерМФТИ  
Площадка написания2007  
ШколаФамилия БруиновскийИмя ВладимирОтчество Андреевич192  
(не заполнять)Бруиновский  
Подпись«Утверждаю»  
Председатель оргкомитета олимпиадыНИЯУ МИФИ, РУТ (МИИТ), ННГУ им. Р.Е.Алексеева, Самарский университет, СПбГЭТУ «ЛЭТИ»,  
БГТУ им. В.Г.Шухова, ВлГУ  
«Инженерная олимпиада школьников», Заключительный тур, 11 класс  
**1 вариант**

1. Концы невесомой веревки закреплены в точках А и В (см. рисунок). К веревке привязали два груза массами  $m_1$  и  $m_2$ . По приведенному рисунку найти отношение масс грузов  $m_1/m_2$ .



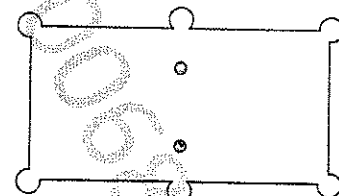
2. В дифференциалах автомобилей и автоматических коробках передач используются системы шестерней, в которых отсутствуют жесткие кинематические связи – планетарные передачи. Рассмотрите модель планетной передачи, в которой кривошип АВ (рычаг, вращающийся вокруг одного из своих концов) вращается вокруг оси А неподвижного зубчатого колеса 1. Колесо 2 имеет  $N$  зубьев, колесо 1 –  $3N$  зубьев. Сколько оборотов вокруг своей оси совершит колесо 2, когда кривошип АВ совершит  $n$  оборотов вокруг оси А?

3. На однородный цилиндр радиуса  $R$  и массы  $4m$  намотана невесомая нить, к концу которой привязано тело массы  $m$ . Цилиндр аккуратно кладут на наклонную плоскость, по которой он может катиться без проскальзывания, так, что его образующая перпендикулярна направлению быстреего спуска с плоскости (см. рисунок). При каком угле наклона плоскости  $\alpha$  цилиндр будет двигаться вверх по плоскости?

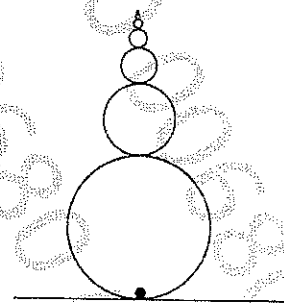


4. Собрана электрическая цепь, схема которой приведена на рисунке. Цепь состоит из шести амперметров, семи вольтметров и одного омметра (прибора для измерения сопротивлений). Известны показания вольтметра  $V_3$ :  $U = 1$  В и амперметра  $A_4$ :  $I = 1$  мкА. Найти сопротивление вольтметра и показания омметра  $\Omega$ . Все вольтметры одинаковы, сопротивления амперметров очень малы по сравнению с сопротивлениями вольтметров.

5. Если два бильярдных шара встанут напротив центральных луз бильярдного стола (рисунок), опытный игрок может ударить по одному из шаров так, что (1) оба шара попадут в лузу, расположенную в направлении удара; (2) один попадет в лузу, расположенную в направлении удара, а второй в противоположную. Как это делается? Опишите, как нужно наносить удар, как сталкиваются в этом случае шары, и почему в одном случае оба шара движутся после удара вперед, а в другом – один вперед, один назад. Ответ обосновать.



6. Незнайка решил изготовить «инновационного ваньку-встаньку». Для этого он взял очень много шаров одинаковой плотности, радиусы которых отличаются вдвое. Незнайка скрепил шары так, что центры всех шаров лежат на одной прямой, а радиус каждого последующего меньше радиуса предыдущего в 2 раза. Незнайка решил, что из-за большой массы самого нижнего шара такая конструкция, поставленная на большой шар, будет устойчивой. Но «ванька-встанька» устойчивым не был. Объясните, почему. Знайка посоветовал Незнайке прикрепить к самой нижней точке большого шара точечное массивное тело. Какую оно должно иметь массу, чтобы «инновационный ванька-встанька» был устойчивым? Масса самого большого шара  $m$ .







НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»

Инженерная Олимпиада Школьников  
Работа по физике

Дата 27.02.22.

Вариант № 1

Площадка написания:

МФТИ

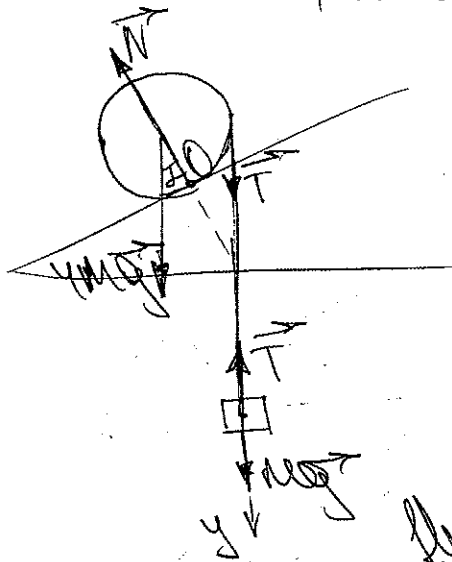
ФИО и рег. номер не  
указывать!

ОЦЕНКА  
(не заполнять)

1	2	3	4	5	6	ИТОГО	Подпись
2	0,5	2	1	0,5	0,5	6,5	<i>[Signature]</i>

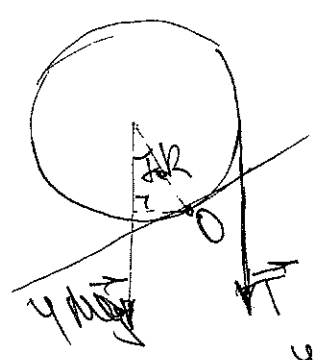
Дано:  
 $R, \sin \alpha$   
 $\alpha = ?$

Решение:  
Будем считать шариком, движущимся  
вниз, по наклонной плоскости



Вращение шарика:  
 $N$  - сила реакции опоры  
 $mg$  и  $mg \cos \alpha$  - силы тяжести  
 $T$  - сила натяжения нити

~~По 2-3-му закону Ньютона~~  
По 2-3-му закону Ньютона:  $mg = T + mg \cos \alpha$   
По 0-му закону Ньютона:  $T = mg \sin \alpha$



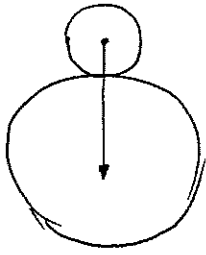
Длина нити равна, следовательно, шарик не может  
двигаться. Сила  $T$   
Равнодействующая результирующая сил то  
равнодействующая сил равна 0:  
 $mg \sin \alpha - T = 0$   
 $mg \cos \alpha - N = 0$   
 $mg = N + T$

$\sin \alpha = \frac{1}{5} \Rightarrow \alpha = \arcsin \frac{1}{5}$   
При  $\alpha \leq \alpha_0$  шарик не сможет двигаться  
Ответ:  $\alpha \leq \arcsin \frac{1}{5}$

(+) (25)

Дано:  $N, n$   
 $n_2 - ?$

Решение:



Вспомогательную точку соприкосновения  
мерной

Лин. скор-ии зубьев  
в точке касания равны,  
также между мерной



ли. скорости их произведение

Заметим, что за 1 оборот колеса 2 пройдет  $\frac{1}{3}$   
длины окруж-ии колеса 1

$$\Rightarrow \frac{n_2}{n} = \frac{3N}{N} = 3 \Rightarrow \underline{n_2 = 3n}$$

$[n_2] = \text{об.}$

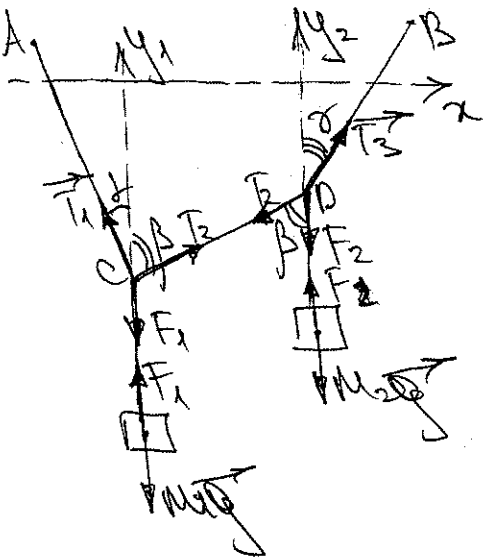
Ответ:  $n_2 = 3n$

1.

Дано:  $m_1, m_2$   
 $\frac{m_1}{m_2} - ?$

Решение:

Будем считать  $CO$ , соединяющую с землей,  
вертикальной



Вспомогат. центр:

$m_1g, m_2g$  — сил тяжести  
 $F_1, F_2, T_1, T_2, T_3$  — сил  
натяжения

По 2-му закону Ньютона:

$$m_1g = m_1g + T$$

$$O_{y1}: m_1g = F_1$$

$$O_{y2}: m_2g = F_2$$

$$O_{y1}: T_1 \cos \alpha + T_2 \cos \beta = F_1 \quad (1)$$

$$O_{y2}: F_2 + T_2 \cos \beta = T_3 \cos \alpha \quad (2)$$

$$O_x: T_1 \sin \alpha = T_2 \sin \beta \quad (3)$$

$$O_x: T_2 \sin \beta = T_3 \sin \alpha \quad (4)$$

Из (2):  $T_2 = \frac{T_3 \sin \alpha}{\sin \beta}$  подставляем в (1)



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»

Инженерная Олимпиада Школьников  
Работа по физике

Дата 27.02.22

Вариант № 1

Площадка написания:

МФТИ

ФИО и рег. номер не  
указывать!

**ОЦЕНКА**  
(не заполнять)

1	2	3	4	5	6	ИТОГО	Подпись

$$F_1 = T_2 \cos \beta + \frac{T_2 \sin \beta \cos \alpha}{\sin \alpha}$$

~~$$\frac{T_2 \sin \beta}{F_2 + T_2 \cos \beta} = \frac{T_2 \sin \alpha}{F_2 + T_2 \cos \alpha}$$~~

$$\frac{(1)}{(2)}: \frac{F_2 \tan \alpha}{F_2 + T_2 \cos \alpha} = \frac{T_2 \sin \beta}{F_2 + T_2 \cos \beta}$$

$$F_2 \tan \alpha + T_2 \cos \beta \tan \alpha = T_2 \sin \beta$$

$$T_2 (\sin \beta - \cos \beta \tan \alpha) = F_2 \tan \alpha \Rightarrow T_2 = \frac{F_2 \tan \alpha}{\sin \beta - \cos \beta \tan \alpha}$$

$$F_1 = T_2 \left( \cos \beta + \frac{\sin \beta \cos \alpha}{\sin \alpha} \right) = \frac{F_2 \tan \alpha}{\sin \beta - \cos \beta \tan \alpha} \left( \cos \beta + \frac{\sin \beta \cos \alpha}{\sin \alpha} \right)$$

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{M_1}{M_2}$$

$$\frac{M_1}{M_2} = \frac{\tan \alpha (\cos \beta + \sin \beta \cot \alpha)}{\sin \beta - \cos \beta \tan \alpha}$$

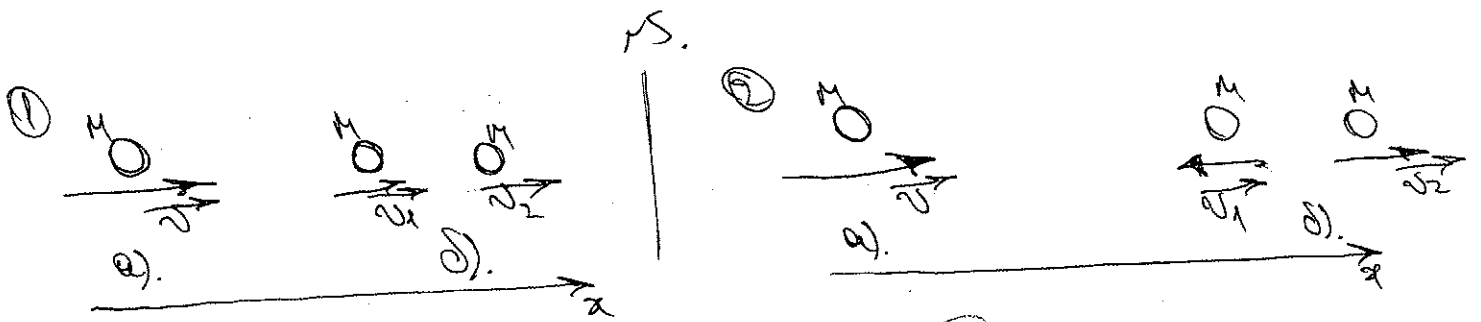
по условию:

$$\cot \alpha = \frac{5}{3}; \sin \beta = \frac{3}{10}; \cos \beta = \frac{1}{10}; \tan \alpha = 1$$

$$\frac{M_1}{M_2} = \frac{\frac{1}{10} + \frac{3}{10} \cdot \frac{5}{3}}{\frac{3}{10} - \frac{1}{10}} = 3$$

Ответ:  $\frac{M_1}{M_2} = 3$  ⊕

25



① В случае 1 узор идет, следовательно вперед выделяется энергия и увеличивается температура

② В случае 2 узор идет, следовательно назад выделяется энергия и уменьшается температура

В каком из случаев выдел. ЗСД, м.к. за какое время выделяется энергия и увеличивается температура на какое время

Выдел. ЗСД с учетом потери энергии  $Q$  ( $Q=0$ )

По ЗСД:

$$Mv = Mv_1 + Mv_2$$

По ЗСЭ:

$$\frac{Mv^2}{2} = \frac{Mv_1^2}{2} + \frac{Mv_2^2}{2}$$

$$v = v_1 + v_2 \Rightarrow v_1 = v - v_2$$

$$v^2 = v_1^2 + v_2^2$$

$$v^2 = \underline{v^2 + v_2^2 + v_2^2 - 2vv_2}$$

$$2v_2^2 = 2vv_2$$

$$v_2 = v$$

У-за потери энергии на какое время  $v_2 < v$   
 $v_1 = v - v_2 > 0$

По ЗСД:

$$Mv = Mv_2 - Mv_1$$

По ЗСЭ:

$$\frac{Mv^2}{2} = \frac{Mv_1^2}{2} + \frac{Mv_2^2}{2}$$

$$v = v_2 - v_1 \Rightarrow v_1 = v_2 - v$$

$$v^2 = v_1^2 + v_2^2$$



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»

Инженерная Олимпиада Школьников  
Работа по физике

Дата 27.02.22

Вариант № 1

Площадка написания:

МФТИ

ФИО и рег. номер не  
указывать!

ОЦЕНКА  
(не заполнять)

1	2	3	4	5	6	ИТОГО	Подпись

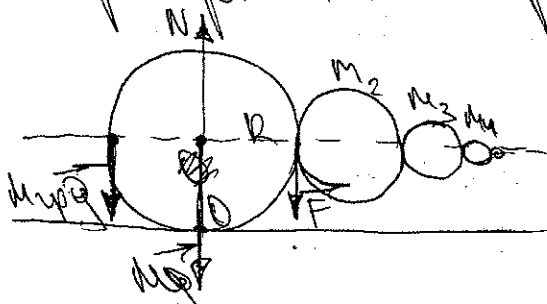
$$v^2 = v_2^2 + v^2 - 2 \cdot v \cdot v_2 + v_2^2$$

$$2 \cdot v \cdot v_2 = 2 \cdot v \cdot v_2 \Rightarrow v_2 = v$$

Но в самом деле с учётом поворота энергии  $v_2 < v$

$R' = \frac{R}{2}$ ;  $m_{\text{пр}} = ?$

Перевернём конструкцию набок



У данного положения она  
должна находиться в вертикально  
положении.

Векторы и силы, действующие на  
большой шар

- $M_{\text{пр}}$  - сила момента
- $N$  - сила реакции
- $F$  - сила со стороны груза шаров

~~Значения, что~~ По  $m$ -му закону шаров относительно м.о.

$$M_F = FR$$

$\Rightarrow$  У данного положения конструкция находится в равновесии относительно м.о. шаров, поэтому она не падает за счёт силы тяжести.

Сила  $F$  должна уравновесиваться  
силой  $M_{\text{пр}}$  (сила мом. груза)

По 2-му закону шаров относительно м.о.  $FR = m_{\text{пр}} R \Rightarrow F = m_{\text{пр}} g$

$$F = G(M_2 + M_3 + \dots)$$

Стационар, но условия мая неустойчиво колеб. ускорение

~~Рычаг~~

масса шара  $M_n = \rho V_n = \frac{4}{3} \pi R_n^3 \rho$

$$M_{n+1} = \rho V_{n+1} = \frac{4}{3} \pi \left(\frac{R_n}{2}\right)^3 \rho = \frac{4}{3} \pi R_n^3 \rho \cdot \frac{1}{8}$$

$$\frac{M_n}{M_{n+1}} = 8$$

$$F = G \left( \frac{M}{8} + \frac{M}{8^2} + \dots \right) = Mg \left( \frac{1}{8} + \frac{1}{8^2} + \frac{1}{8^3} + \dots \right) \approx Mg \left( \frac{1}{8} + \frac{1}{8^2} \right) = 0,141 Mg$$

~~$F = 2,4R^2$~~   ~~$\frac{4}{3} \pi R^3 \rho$~~

~~$F = 1,41M$~~   $F = M_{up} g \Rightarrow M_{up} g = 0,141 Mg \Rightarrow M_{up} = 0,141 M$

~~$[M_{up}] = KR$~~

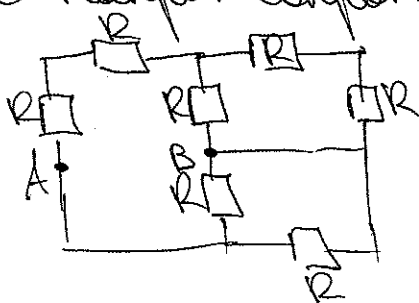
Ответ:  $M_{up} = 0,141 M$

0,55

Дано:  
 $U = 1 \text{ В}$   
 $A = 1 \text{ мА}$   
 $R, R_0 - ?$

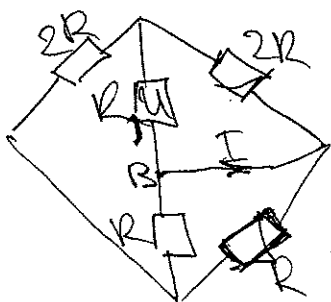
Решение:

Для того чтобы определить сопротивление резистора с помощью комп-ем R

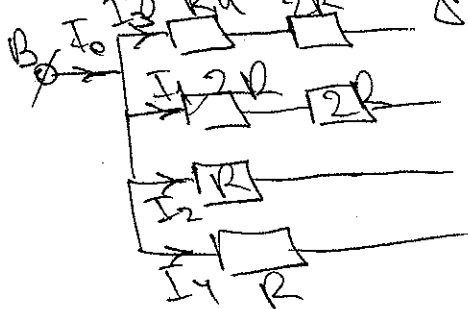


A и B - контакты, R резистор

Для того чтобы определить сопротивление резистора с помощью комп-ем R



Резисторы имеют номиналы:



$$I_1 + I_2 = I$$

~~$I_1 = I_2$~~

$$\frac{1}{R_0} = \frac{1}{3R} + \frac{1}{4R} + \frac{2}{R} = \frac{31}{12R}$$

$$R_0 = \frac{12R}{31} \text{ - общее сопротивление}$$

$$\frac{I_1}{I_0} = \frac{R_0}{R_0 + 3R} = \frac{12R}{12R + 31R} = \frac{12}{43} \Rightarrow I_1 = \frac{12}{43} I_0$$

$$\frac{I_2}{I_0} = \frac{12R}{12R + 31R} = \frac{12}{43} \Rightarrow I_2 = \frac{12}{43} I_0$$





НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»

Инженерная Олимпиада Школьников  
Работа по физике

Дата 27.02.22

Вариант № 1

Площадка написания:  
МФТИ

ФИО и рег. номер не  
указывать!

**ОЦЕНКА**  
(не заполнять)

1	2	3	4	5	6	ИТОГО	Подпись

$$I = I_0 \left( \frac{12}{31} + \frac{3}{31} \right) = \frac{15}{31} I_0$$

$$I_0 = \frac{31}{15} I$$

$$I_3 = \frac{12R}{31 \cdot 31} = \frac{4}{31} I_0 \Rightarrow I_3 = \frac{4}{31} I_0 = \frac{4}{31} \cdot \frac{31}{15} I = \frac{4}{15} I$$

По 3-му закону  $U = I_3 R \Rightarrow R = \frac{U}{I_3} = \frac{U \cdot 15}{4I} = \frac{15U}{4I}$

$$R = \frac{15U}{4I}$$

$$R = \frac{15}{4 \cdot 10^{-6}} = 3,75 \cdot 10^6 \text{ Ом}$$

$$R_0 = \frac{12R}{31} = \frac{12 \cdot 15U}{31 \cdot 4I} = \frac{45U}{31I}$$

$$R_0 = \frac{45U}{31I}$$

$$R_0 = \frac{45}{31 \cdot 10^{-6}} = 1,45 \cdot 10^6 \text{ Ом}$$

Ответ:  $R = 3,75 \cdot 10^6 \text{ Ом}; R_0 = 1,45 \cdot 10^6 \text{ Ом}$

15

